Méthode conventionnelle de calcul du coût global énergétique des bâtiments

29 mai 2002

1. Avant-propos

En matière de décisions relatives aux systèmes d'énergie des bâtiments, qu'il s'agisse d'habitat ou de tertiaire, il est dans l'intérêt des professionnels de disposer d'un indicateur de choix économique du système énergétique.
Jusqu'à présent, les approches étaient parcellaires et hétérogènes ; or un tel indicateur doit être reconnu par tous les professionnels, de façon à être recevable et applicable.
C'est le cas en Allemagne depuis 1957, sous la forme de la méthode VDI 2067, mise au point par l'association des ingénieurs thermiciens allemands, qui permet de comparer les modes de chauffage.
En début d'année 1998, la commission Bâtiment CFE Résidentiel et tertiaire a décidé de créer un groupe de travail spécialisé ; un certain nombre de réflexions ont été menées par ce groupe.
En juillet 2000, le projet de mettre au point une *méthode de calcul conventionnelle française du coût global énergétique* est né.

Dans ce but, une gestion de projet a été mise en place, incluant :
- une *maîtrise d'ouvrage triple* : Electricité de France, Chauffage Fioul, Gaz de France,
- un *assistant à la maîtrise d'ouvrage* : le Centre Français de l'Electricité,
- un *maître d'œuvre chef de projet* : la société PERIGEE,
- avec la participation du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), en particulier pour la liaison spécifique avec la méthode VDI 2067 allemande, pour les relations avec les instances européennes et pour proposer le sujet au Centre Européen de Normalisation,
- un *groupe projet opérationnel* comprenant les principales parties prenantes concernées: EDF, Gaz de France, Chaleur fioul, CFE, UNTEC, COSTIC, TEC-UNFOHLM, UCI-FFB, AICVF, FFE, UMGO/FFB, FG3E, CSTB, PERIGEE, qui conseille la maîtrise d'ouvrage, met à disposition ses informations et documents, facilite les contacts, et valide les différentes étapes de la méthode,
- un *groupe reflet*, groupe consultatif, élargi, de partenaires, qui formule des recommandations, apporte des suggestions et des informations et affirme la représentativité de la démarche française vis-à-vis des instances européennes.

2. Objet

Le présent document définit la méthode qui doit être utilisée par les professionnels de la construction pour choisir, avant la construction d'une opération, et parmi différentes solutions possibles, une solution optimale en matière énergétique, par référence au *coût global énergétique*. Cette méthode peut être utilisée à tous les stades du projet.

Le *coût global énergétique* est défini comme l'ensemble des coûts d'investissement et des coûts d'exploitation prévisibles pour le *chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation, la climatisation si elle existe et les éléments de l'enveloppe du bâtiment liés au choix du système énergétique (voir Annexe Définitions).*

3. Domaine d'application

La méthode est applicable pour le *logement neuf, collectif ou individuel.*

Elle permet de traiter le cas de toutes les énergies envisageables : électricité, gaz, fioul, réseaux de chaleur, gaz propane liquéfié, etc., ainsi que les énergies renouvelables.

La méthode s'adresse aux maîtres d'œuvre, intervenant pour le compte des maîtres d'ouvrage, à tous les stades du projet, et plus spécialement à l'Avant Projet Sommaire et l'Avant Projet Détaillé.

4. Contenu du document

Le présent document contient :

- une partie principale, descriptive de la méthode,

- une annexe A permettant de la mettre en œuvre.
  Cette annexe se décompose en :
  - une annexe A.P., annexe pré-normative, qui doit être utilisée obligatoirement pour une utilisation correcte de la méthode,
  - une annexe A.I., annexe informative, qui est une aide au remplissage de l'annexe A.P.

  Ces annexes portent la référence au numéro de module de la méthode.

5. Références normatives

Ce document comporte des références à des dispositions normatives qui sont citées aux endroits appropriés dans le texte.

6. Description générale de la méthode

La méthode consiste, pour l'opération projetée (cf. schéma général de la méthode) :

- au niveau de l'**opération de construction** elle-même :

    - à rassembler les données descriptives du contexte économique et financier de réalisation de l'opération (Module 0.1),
    - à rassembler les données générales de l'opération en projet et utiles à l'application de la méthode (Module 0.2),
    - à rassembler les données d'environnement (Module 0.3), et les données d'occupation et de niveau de confort (Module 0.4),
    - à lister les variantes que l'on se propose d'étudier (Module 0.5).

- au niveau de **chaque solution énergétique étudiée (« variante »)** :

    - à rassembler les données (Module 1) :
        - relatives au choix de l'énergie, au mode de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation envisagés,
        - descriptives des éléments du bâti liés au système énergétique envisagé,
        - sur les autres éléments du bâti liés au choix du système énergétique,
        - portant sur les autres éléments du bâti, qui ne dépendent pas du système énergétique, et appelés « invariants ».

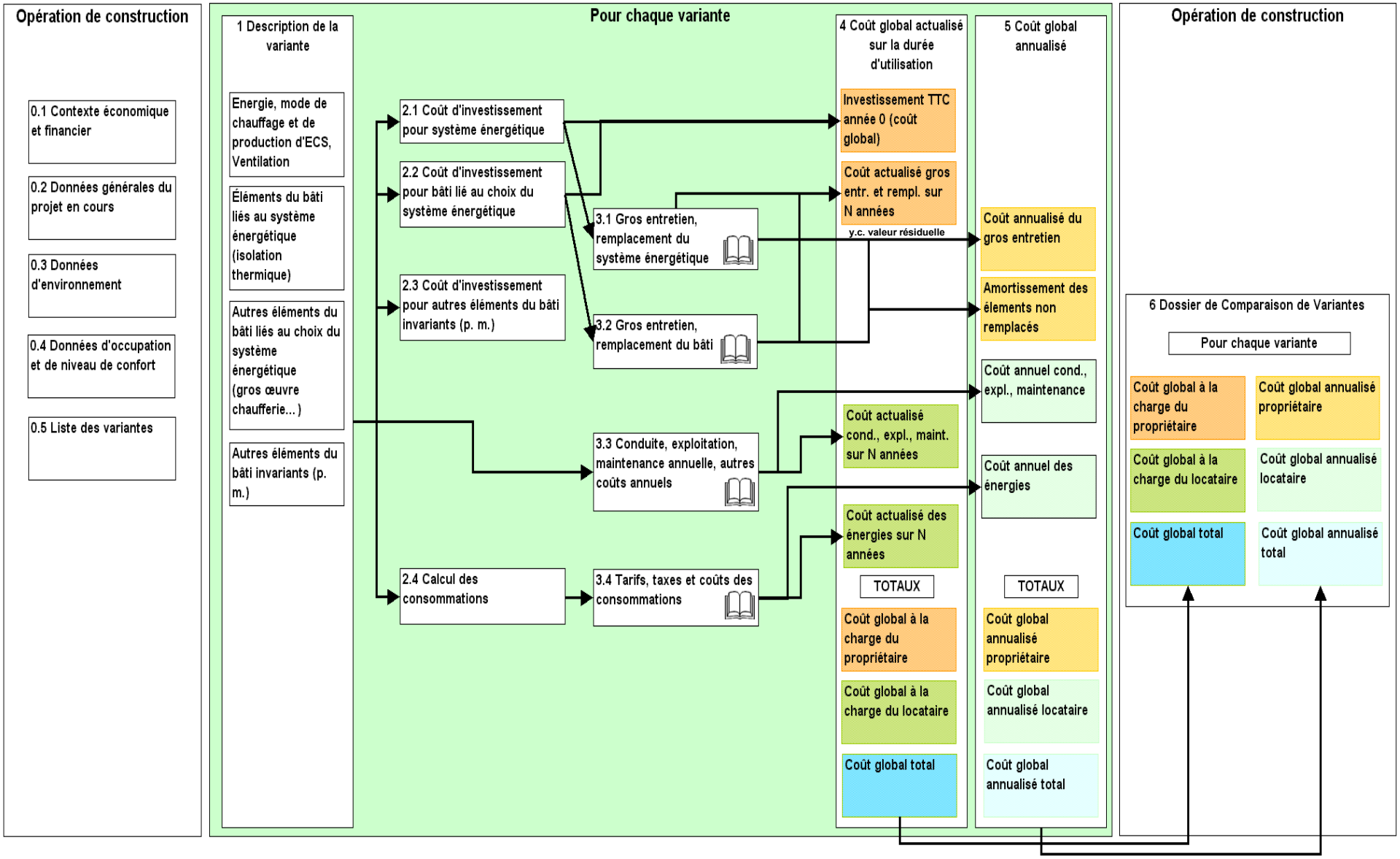
    - à calculer les coûts de construction de l'opération (« coûts d'investissement ») :
        - relatifs au système énergétique (Module 2.1),
        - relatifs au bâti lié au choix du système énergétique (Module 2.2),
        - relatifs aux autres éléments du bâti (« invariants ») (Module 2.3).

    - à calculer les consommations d'énergie (Module 2.4).

    - à calculer les coûts futurs :
        - relatifs au gros entretien et au remplacement du système énergétique (Module 3.1),

- relatifs au gros entretien et au remplacement du bâti (Module 3.2),
- relatifs à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance des installations (Module 3.3),
- relatifs aux tarifs, aux taxes et au coût des consommations (Module 3.4).

Schéma général de la méthode


Opération de construction
0.1 Contexte économique et financier
0.2 Données générales du projet en cours
0.3 Données d'environnement
0.4 Données d'occupation et de niveau de confort
0.5 Liste des variantes
Pour chaque variante
1 Description de la variante
Energie, mode de chauffage et de production d'ECS, Ventilation
Éléments du bâti liés au système énergétique (isolation thermique)
Autres éléments du bâti liés au choix du système énergétique (gros œuvre chaufferie...)
Autres éléments du bâti invariants (p. m.)
2.1 Coût d'investissement pour système énergétique
2.2 Coût d'investissement pour bâti lié au choix du système énergétique
2.3 Coût d'investissement pour autres éléments du bâti invariants (p. m.)
2.4 Calcul des consommations
3.1 Gros entretien, remplacement du système énergétique
3.2 Gros entretien, remplacement du bâti
3.3 Conduite, exploitation, maintenance annuelle, autres coûts annuels
3.4 Tarifs, taxes et coûts des consommations
4 Coût global actualisé sur la durée d'utilisation
Investissement TTC année 0 (coût global)
Coût actualisé gros entr. et rempl. sur N années
y.c. valeur résiduelle
Coût actualisé cond., expl., maint. sur N années
Coût actualisé des énergies sur N années
TOTAUX
Coût global à la charge du propriétaire
Coût global à la charge du locataire
Coût global total
5 Coût global annualisé
Coût annualisé du gros entretien
Amortissement des éléments non remplacés
Coût annuel cond., expl., maintenance
Coût annuel des énergies
TOTAUX
Coût global annualisé propriétaire
Coût global annualisé locataire
Coût global annualisé total
Opération de construction
6 Dossier de Comparaison de Variantes
Pour chaque variante
Coût global à la charge du propriétaire
Coût global annualisé propriétaire
Coût global à la charge du locataire
Coût global annualisé locataire
Coût global total
Coût global annualisé total

- à calculer, selon ses préférences :

    - le coût global actualisé sur la durée d'utilisation (Module 4),
    - le coût global annualisé (Module 5),
    - en distinguant, le cas échéant, la part relative au propriétaire et celle relative au locataire, en fonction des réglementations en vigueur.

- Pour l'ensemble des **solutions énergétiques étudiées** :

    - A établir un dossier de comparaison de variantes mettant en évidence la solution apparaissant la meilleure en tenant compte du coût global et des niveaux de service offert (Module 6).

7. Description détaillée des modules composant la méthode

MODULES 0 : OPERATION DE CONSTRUCTION (à utiliser pour l'opération étudiée)

Module 0.1 Contexte économique et financier de l'opération

Le module a pour objectif de recueillir et mémoriser les données du contexte économique et financier du projet, qui vont servir aux calculs économiques d'actualisation. Ces données proviennent du Maître d'Ouvrage, et également de l'État (financements du logement aidé), et dépendent du financement de l'opération et d'hypothèses sur l'évolution de l'économie

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.0.1

Module 0.2 Données générales de l'opération

Le module vise à recueillir et à mémoriser les données générales de l'opération, indépendantes du choix du système énergétique et de l'isolation thermique. Il s'agit en général de données architecturales ou de localisation
Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.0.2

Module 0.3 Données d'environnement de l'opération

Ce module vise à définir les opportunités ou les contraintes spécifiques à l'opération, du fait de sa localisation, qui peuvent avoir une incidence sur la définition des installations et les choix en matière de système énergétique. Il s'agit notamment de la présence de réseaux d'énergie, mais aussi de servitudes liées à l'acoustique par exemple.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.0.3

Module 0.4 Données d'occupation et de niveau de confort pour l'opération

Ce module vise à définir le type d'occupation des logements et le niveau de confort exigé, qui peut être différent du niveau « standard » correspondant à un immeuble « moyen », et qui peut conduire, par exemple, à des consignes particulières en matière de température, à des taux d'occupation forts ou faibles, à des consommations d'eau chaude s'écartant des normes.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.0.4

Module 0.5 Liste des variantes

Ce module vise à lister les variantes envisagées et à les définir par leurs principales caractéristiques, en y associant des commentaires.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.0.5

MODULE 1 : DESCRIPTION DE LA VARIANTE (à utiliser pour chaque variante)

Ce module vise à procéder à une description de la variante étudiée dans ses différentes caractéristiques.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.1

MODULES 2 : COUTS D'INVESTISSEMENT ET CONSOMMATIONS (à utiliser pour chaque variante)

Module 2.1 Coûts d'investissement pour le système énergétique

Ce module vise à estimer, **pour chaque variante étudiée,** le coût de l'investissement pour le système énergétique comprenant tous les équipements de production, distribution, émission, régulation pour le chauffage et l'ECS, et les équipements de ventilation et toutes annexes aux précédents, y compris alimentation et stockage du combustible, et alimentation électrique spécifique, mais hors bâti.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.2.1, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.2.1

Module 2.2 Coûts d'investissement pour le bâti lié au choix du système énergétique

Ce module vise à estimer le coût de l'investissement pour les éléments du bâti lié au choix du système énergétique.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.2.2, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.2.2

Module 2.3 Coûts d'investissement pour les éléments de bâti invariants

Ce module vise à estimer le coût d'investissement pour les éléments du bâti non concernés par le choix du système énergétique, de façon à permettre l'estimation du coût total du bâtiment pour comparaison avec les plafonds de financement, etc.
La prise en compte de ce coût d'investissement n'est pas obligatoire.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.2.3

Module 2.4 Calcul des consommations énergétiques

L'évaluation des consommations d'énergie est faite par le maître d'œuvre selon une méthode adéquate et sous sa responsabilité.
Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.2.4

MODULES 3 : COUTS DE GROS ENTRETIEN, DE REMPLACEMENT, DE CONDUITE EXPLOITATION ET DE CONSOMMATIONS ENERGETIQUES (à utiliser pour chaque variante)

Module 3.1 Gros entretien, remplacement du système énergétique

Ce module vise à établir les coûts de gros entretien et de remplacement des constituants du système énergétique, en tenant compte de leur nature, et à les répartir en fonction de la durée de vie des constituants concernés. Les points traités sont le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.3.1, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.3.1

Module 3.2 Gros entretien, remplacement du bâti lié au système énergétique

Ce module vise à établir les coûts de gros entretien et de remplacement des constituants du bâti, en tenant compte de leur nature, et à les répartir en fonction de la durée de vie des constituants concernés. Les points traités sont la façade (parois opaques, parois vitrées), la toiture, le plancher, le traitement des ponts thermiques, la chaufferie et le circuit de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.3.2, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.3.2

Module 3.3 Conduite, exploitation, maintenance annuelle, autres coûts

Ce module vise à établir les coûts de conduite, exploitation, maintenance annuelle et autres coûts. Les points traités sont le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation.
Dans une opération locative, ces coûts sont récupérables sur les locataires.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.3.3, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.3.3

Module 3.4 Tarifs, taxes et coûts des consommations

Ce module vise à établir le montant annuel TTC des consommations, pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.3.4, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.3.4

MODULE 4 : Coût global actualisé sur la durée d'utilisation (à utiliser pour chaque variante)

Ce module vise à établir le coût global actualisé pour la variante étudiée, en distinguant les coûts attribués au propriétaire et au locataire, et en tenant compte de la valeur résiduelle du système énergétique et du bâti lié au système énergétique à la fin de la période de calcul.

Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.4, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.4.

MODULE 5 : COUT GLOBAL ANNUALISE (à utiliser pour chaque variante)

Ce module vise à établir le coût global annualisé pour la variante étudiée, en distinguant les coûts attribués au propriétaire et au locataire.
Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.5, en utilisant au besoin l'annexe informative A.I.5.

MODULE 6 : DOSSIER DE COMPARAISON DES VARIANTES (à utiliser pour l'opération étudiée)

Ce module vise à établir la synthèse comparative de l'ensemble des variantes étudiées, en reportant, soit le coût global actualisé, soit le coût global annualisé ; le dossier permet aussi de faire figurer, pour chaque variante, des éléments qualitatifs, sous la forme d'avantages et d'inconvénients. Selon le type souhaité de présentation des résultats, le maître d'œuvre utilisera l'une ou l'autre des deux méthodes qui donnent des résultats identiques aux approximations de calcul près.
Le cadre à utiliser figure en annexe pré-normative A.P.6.
Le mode d'emploi de ce cadre donne des indications pour l'interprétation et l'explication des résultats

ANNEXES

	Définitions	***(dans ce document)***
A.P.	***ANNEXE PRENORMATIVE***	***(document séparé)***
A.I.	***ANNEXE INFORMATIVE***	***(document séparé)***
A.B.	***EXEMPLE D'APPLICATION***	***(document séparé)***

Annexe : Définitions

Pour les besoins du présent document, un ensemble de définitions s'appliquent ; elles figurent ci dessous, accompagnées — le cas échéant — de leur référence normative. Les notions définies ici concernent l'application du coût global dans le cas le plus général, certaines d'entre elles ne seront pas utilisées directement dans la méthode.

1. ACTUALISATION

Au sens du calcul économique, l'actualisation est une méthode permettant de comparer des sommes reçues ou versées à des époques différentes.

Un euro 2001 aura une valeur actualisée en 2000 de :

$$\frac{1}{1+a} \quad \text{euros}$$

en désignant par a le ***taux d'actualisation*** (taux de financement).

Un euro de l'année 2000 + p aura une valeur actualisée en 2000 de :

$$\frac{1}{(1+a)^{p}} \quad \text{euros}$$

La méthode de l'actualisation est une méthode astucieuse de prise en compte du financement de l'investissement. Il s'agit donc d'une notion totalement différente de l'actualisation des prix dans les marchés de travaux.

2. ANNEE ORIGINE

Année à laquelle sont ramenés tous les coûts par la méthode de l'***actualisation***. En général, il s'agit de l'année de l'***investissement*** initial, qui est souvent l'année où le calcul est réalisé.

3. CENTRE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN)

Centre Européen de Normalisation, association qui a pour but l'harmonisation technique en Europe. Fondé en 1961 à Paris, il est basé depuis 1975 à Bruxelles. L'AFNOR est membre pour la France. Le CEN élabore des normes européennes (EN), il publie également des documents d'harmonisation (HD), et de pré-normes (ENV).

4. COUT ACTUALISE

Coût intervenant une année future, ramené à ***l'année origine*** par la méthode de ***l'actualisation***.

5. COUT GLOBAL ACTUALISE (VOIR AUSSI FORMULE DU CALCUL DU COUT GLOBAL ACTUALISE)

L'une des méthodes d'approche du ***coût global*** : c'est la somme des dépenses d'investissement et des ***coûts actualisés*** de gestion, entretien et exploitation d'une opération immobilière ou d'un ouvrage.

Le schéma ci-dessous présente le principe du coût global actualisé sur un exemple simple, comprenant 3 types de dépenses, représentées par des flèches :

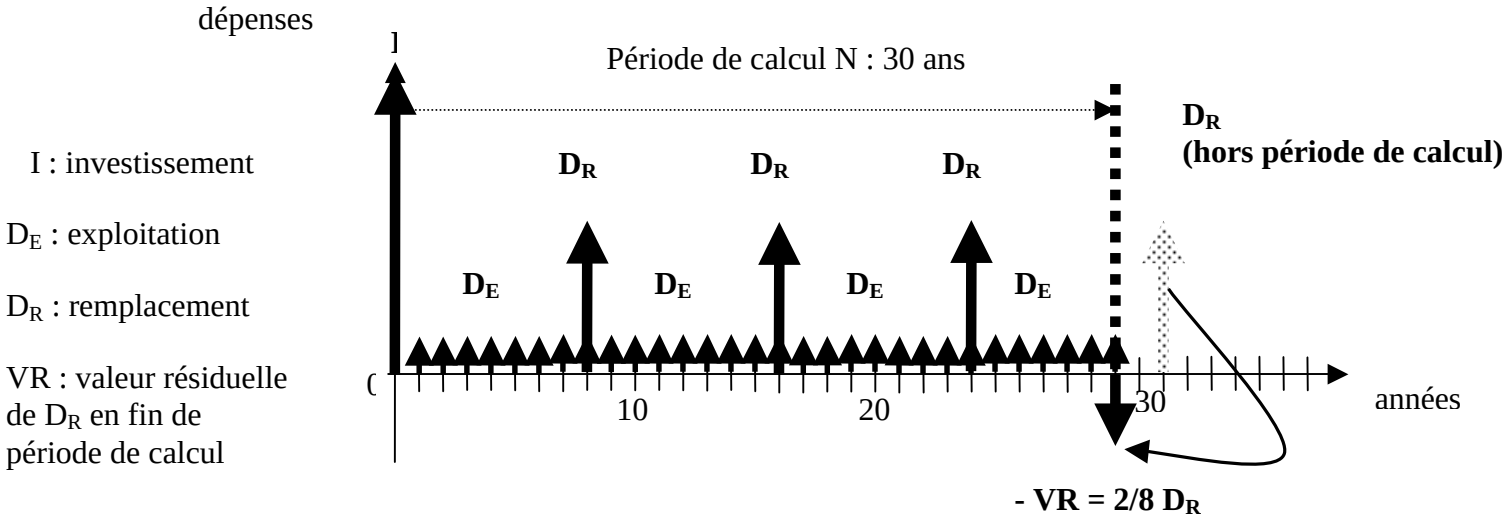
- L'***investissement*** I, réalisé l'année 0 par convention ;
- Les coûts d'exploitation annuels D_E, combustible, entretien, conduite, etc., qui interviennent tous les ans ;
- Le coût de ***remplacement*** de l'installation D_R, qui intervient tous les 8 ans (***durée de vie*** 8 ans).

Le coût global est calculé sur une ***période de calcul*** N de 30 ans, on totalisera donc ces coûts pour toute la période, soit :

- Une fois l'***investissement*** ;
- 30 fois le ***coût d'exploitation*** annuel
- 3 fois le coût de ***remplacement***, le dernier remplacement étant réalisé à 24 ans.

La totalisation des coûts tient compte de la date où les dépenses interviennent, on ***actualise*** les dépenses avant de faire le total pour les ramener à l'année 0 (voir ***formules d'actualisation***).

Pour tenir compte du fait que l'effet du dernier remplacement n'est pas totalement terminé à la fin des 30 ans (il reste 2 ans de vie au matériel remplacé), on déduit la ***valeur résiduelle*** la dernière année de la période de calcul (30 ans). On déduira 2/8 de la valeur de D_R, correspondant au rapport de la durée de vie restante sur la durée de vie totale.



6. COUT GLOBAL ANNUALISE (VOIR AUSSI FORMULE DE CALCUL DU COUT GLOBAL ANNUALISE)

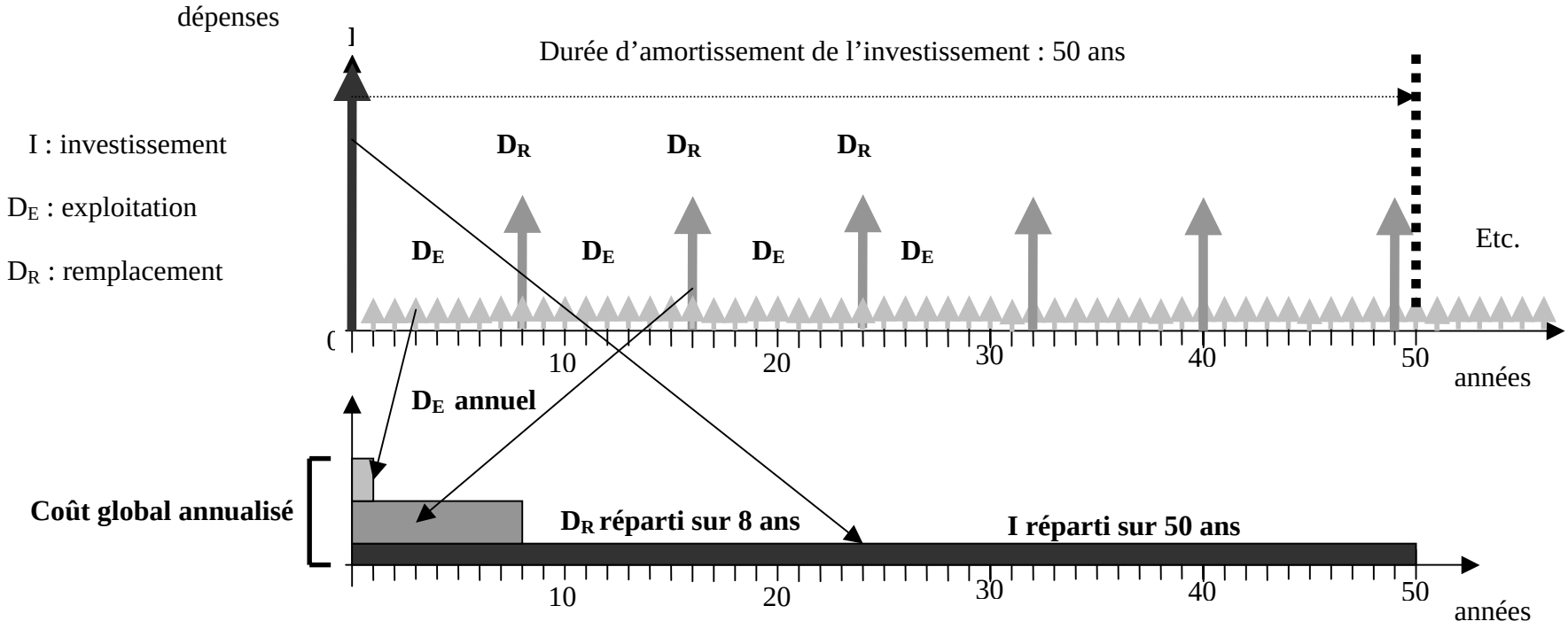
L'une des méthodes d'approche du ***coût global*** : c'est la valeur ramenée ***à une année*** des dépenses d'investissement et des ***coûts actualisés*** de gestion, entretien et exploitation d'une opération immobilière ou d'un ouvrage.

Le schéma ci-dessous présente le principe de calcul du coût global annualisé sur le même exemple simple que pour le ***coût global actualisé***. Au lieu de totaliser les dépenses sur la période de calcul, qui n'existe plus, on répartit chaque dépense ponctuelle sur une année, y compris l'investissement, pour lequel on définit une durée d'amortissement, de façon à pouvoir le répartir sur une durée précise. Le ***coût global annualisé*** est obtenu en totalisant ces valeurs réparties.

On obtiendra donc en valeur annualisée (sans tenir compte de l'inflation ni du taux d'actualisation):

- l'***investissement*** réparti sur 50 ans (durée d'amortissement de l'investissement) ;
- le ***coût d'exploitation*** annuel sans changement, il est déjà annuel ;
- le coût de ***remplacement*** réparti par 8 ans, correspondant à la durée de vie.

Le calcul pratique de répartition tient compte de l'***inflation*** et du ***taux d'actualisation***, et on utilise les ***formules d'annualisation*** dans ce but.



7. COUT GLOBAL DE CYCLE DE VIE (AFNOR)

Ensemble des coûts engendrés pendant la vie du bien pour un usage donné.
NOTE 1 : Pour un utilisateur, le coût global du cycle de vie peut comprendre les coûts d'études, d'acquisition, d'installation et de mise en service (y compris la logistique initiale), de formation du personnel, de mise en œuvre de maintenance et de modifications et d'améliorations, enfin de retrait et de dépose.
NOTE 2 : Cette notion est équivalente au concept anglo-saxon de « Life Cycle Cost ».
NOTE 3 : Le coût global est en général calculé en monnaie actualisée.

Références principales :
— *Norme AFNOR X 60-010 de décembre 1994*

8. DUREE DE VIE (AFNOR)

Durée pendant laquelle un bien accomplit une fonction requise dans des conditions d'utilisation et de maintenance données, jusqu'à ce qu'un état limite soit atteint.

NOTE 1 : Cette durée sépare la date de la première mise en service d'un bien d'une date à laquelle il a définitivement cessé d'accomplir la fonction qui lui a été dévolue. Cette durée s'exprime en unité de temps ou en d'autres unités d'usage (cycle, kilomètres, etc.).
NOTE 2 : L'état limite correspond à la décision de cessation définitive d'utilisation du bien quel que soit le motif. Il peut aussi être déterminé par l'inadaptation du bien ou pour d'autres raisons économiques ou techniques ou par d'autres facteurs tels que la mode ou l'environnement.
NOTE 3 : La durée de vie peut être évaluée a priori : on parle alors de durée de vie attendue par l'utilisateur, ou a posteriori : c'est la durée de vie effective.

Références principales :
— *Norme AFNOR X 60-010 de décembre 1994*

9. DUREE DE VIE (INVESTISSEMENT)

Période en années au bout de laquelle l'***investissement*** doit être renouvelé, les ouvrages correspondants ne pouvant plus assurer leur fonction, du fait de l'usure, de la dégradation ou de l'obsolescence.

10. DUREE DE VIE (ENTRETIEN OU REMPLACEMENT)

Période en années qui s'écoule entre deux opérations d'entretien ou de remplacement d'un composant, du fait de l'usure, de la dégradation ou de l'obsolescence de celui-ci.

11. ENTRETIEN (COUT D')

Coût des opérations destinées à maintenir l'ouvrage ou installation en bon état de fonctionnement, sans ***remplacement*** par un nouvel élément. Ces opérations peuvent être réalisées tous les ans, ou à des intervalles correspondant à une ***durée de vie*** entre opérations d'entretien.

12. EUROS CONSTANTS (COUTS OU RECETTES EN)

Coûts ou recettes intervenant une année différente de l'***année origine***, exprimés en euros de l'***année origine***, sans tenir compte de l'***inflation***.

13. EUROS COURANTS (COUTS OU RECETTES EN)

Coûts ou recettes intervenant une année différente de celle de l'***année origine***, exprimés en euros de l'année où elles se produisent, en tenant compte de l'***inflation***.

14. EXPLOITATION (COUT D')

Coût des opérations destinées à assurer le fonctionnement courant de l'installation, comprenant, quels que soient l'énergie et le système énergétique, la fourniture des combustibles ou énergie et autres consommables, la conduite de l'installation et le petit entretien. Ces opérations sont réalisées tous les ans, dans le respect des règles de l'art et des normes en vigueur.

15. FORMULE DE CALCUL DU COUT GLOBAL ACTUALISE (VOIR AUSSI COUT GLOBAL ACTUALISE)

La formule générale de calcul du coût global actualisé avec prise en compte de l'inflation est la suivante :

$$C.G. = I + \left(\frac{1+i}{1+a}\right) D_1 + \left(\frac{1+i}{1+a}\right)^2 D_2 + \ldots + \left(\frac{1+i}{1+a}\right)^n D_n$$

Où :

C.G.	=	***Coût global actualisé***
I	=	***Investissement***
$D_1..D_n$	=	Dépenses ou recettes des années 1 à n
i	=	***Taux d'inflation***
a	=	***Taux d'actualisation***
n	=	***Période de calcul*** en années

Les dépenses sont positives, les recettes négatives.

Si le ***taux d'inflation*** n'est pas identique pour toutes les dépenses ou recettes, utiliser la formule séparément pour chaque type de dépenses avec le ***taux d'inflation*** i approprié.

16. FORMULE DE CALCUL DU COUT GLOBAL ACTUALISE (CAS DES DEPENSES OU RECETTES CONSTANTES)

La formule de calcul du coût global actualisé avec prise en compte de l'inflation est la suivante quand les dépenses ou recettes sont constantes et se produisent tous les ans :

$$C.G. = I + K \cdot D \qquad \text{avec } K = \frac{r\,(r^{n} - 1)}{r - 1} \qquad \text{et } r = \left(\frac{1 + i}{1 + a}\right)$$

Où :

C.G.	=	***Coût global actualisé***
I	=	***Investissement***
D	=	Dépenses ou recettes annuelles
i	=	***Taux d'inflation***
a	=	***Taux d'actualisation***
n	=	***Période de calcul*** en années

Les dépenses sont positives, les recettes négatives.

Si le ***taux d'inflation*** n'est pas identique pour toutes les dépenses ou recettes, utiliser la formule séparément pour chaque type de dépenses avec le ***taux d'inflation*** i approprié.

17. FORMULE DE CALCUL DU COUT GLOBAL ANNUALISE (VOIR AUSSI COUT GLOBAL ANNUALISE)

La formule générale de calcul du coût global annualisé avec prise en compte de l'inflation est la suivante :

$$C.G. = A + NR \cdot K + R_1 \cdot K_1 + \ldots + R_p \cdot K_p$$

Avec $K = \dfrac{r - 1}{r\,(r^{\,n} - 1)}$ et $K_j = \dfrac{r - 1}{r\,(r^{\,n_j} - 1)}$ $r = \left(\dfrac{1 + i}{1 + a}\right)$

Où :

C.G.	=	***Coût global annualisé***
n	=	Durée de vie de l'investissement
A	=	Somme de toutes les dépenses annuelles
$R_{1...p}$	=	Coûts de remplacement d'éléments
$n_{1...p}$	=	Durée de vie entre remplacement de ces éléments
NR	=	Coûts des éléments non remplacés sur la durée de vie de l'investissement
i	=	***Taux d'inflation***
a	=	***Taux d'actualisation***

Les dépenses sont positives, les recettes négatives.

Si le ***taux d'inflation*** n'est pas identique pour toutes les dépenses ou recettes, calculer r séparément pour chaque type de dépenses avec le ***taux d'inflation*** i approprié.

18. FORMULE DE CALCUL DE LA VALEUR RESIDUELLE (VOIR AUSSI VALEUR RESIDUELLE)

Utilisée dans la méthode de calcul du coût global actualisé, la ***valeur résiduelle*** d'un élément de coût D et de durée de vie entre remplacements p se calcule de la façon suivante :

$$VR = D \times \frac{p - (n - di)}{p} \qquad \text{avec } di = \text{partie entière}(n / p) \times p$$

Où :

- VR = ***Valeur résiduelle***
- n = ***Période de calcul*** en années
- D = Coûts de remplacement de l'élément ou des éléments de même durée de vie
- p = ***Durée de vie*** entre remplacement de l'élément ou des éléments de même durée de vie
- di = Année de dernier remplacement pour l'élément ou les éléments sur la période de calcul

19. GAIN GLOBAL

Différence entre les économies de fonctionnement et/ou de maintenance actualisées sur la ***période de calcul*** et le coût d'***investissement*** supplémentaire correspondant. S'il est positif, l'***investissement*** supplémentaire est rentable.

20. GESTIONNAIRE

Personne physique ou morale chargée de gérer un patrimoine immobilier pour son propre compte ou celui d'autrui

Références principales :

— *Norme AFNOR NF P 40-500 Activités de maintenance de robinetterie*

21. INFLATION

Pour les calculs de ***coût global***, évolution annuelle des prix, qui peut dépendre de la nature des coûts (énergie, consommables, entretien), et être différente de l'inflation courante mesurée par l'indice INSEE des prix à la consommation. Elle permet de calculer la valeur en euros courants d'une somme versée ou reçue à une date différente de l'***année origine***.

Un euro 2000 aura une valeur en ***euros courants*** en 2001 de :

$$1 + i \quad \text{euros}$$

en désignant par i le taux d'inflation.

Un euro 2000 aura une valeur en ***euros courants*** l'année 2000 + p de :

$$(1 + i)^{p} \quad \text{euros}$$

22. INVESTISSEMENT

Coût de construction ou d'amélioration, qui entraînera des dépenses ou recettes futures, et dont la méthode du ***coût global*** permet d'estimer l'intérêt économique. L'année ou l'investissement est réalisé est l'***année origine*** qui sert de base aux calculs d'***actualisation***.

23. LIFE CYCLE COST

Nom anglo-saxon du ***coût global***. Dans son acception la plus large, comprend tous les coûts, de la construction à la destruction et à la remise en état du terrain.

24. MAINTENANCE

Ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management.
La maintenance peut être préventive ou corrective.
Elle comprend des opérations d'***entretien*** et de ***remplacement***.

Références principales :
— *Norme AFNOR X 60-010 de décembre 1994*

25. MAINTENANCE PREVENTIVE

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon :
— un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage,
— et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service.
La maintenance préventive se décompose en maintenance :
— *systématique :* effectuée selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage,
— *conditionnelle :* subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien,
— *prévisionnelle :* subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

Références principales :
— *Norme AFNOR X 60-010 de décembre 1994*

26. MAINTENANCE CORRECTIVE

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.
Elle se décompose en maintenance :
— *palliative :* destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise,
— *curative :* ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent.

Références principales :
— *Norme AFNOR X 60-010 de décembre 1994*

27. MAITRE D'ŒUVRE

Personne physique ou morale, qui, pour sa compétence, peut être chargée par le maître d'ouvrage, des études de conception de l'opération, de l'assistance à la consultation des entreprises, de la direction de l'exécutions de travaux, de l'assistance aux opérations de réception des ouvrages.
La fonction de maître d'œuvre est notamment exercée par les architectes et les bureaux d'études

Références principales :
— Norme AFNOR NF P 03-001 Cahier des clauses administratives générales applicable aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés.

28. MAITRE D'OUVRAGE

Personne physique ou morale, pour le compte de qui l'opération est réalisée

Références principales :
— Norme AFNOR NF P 03-001 Cahier des clauses administratives générales applicable aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés.

29. OCCUPANT

Personne physique ou morale utilisant tout ou partie de l'ensemble immobilier. L'occupant peut être propriétaire de ces locaux, ou lié au propriétaire par un contrat de location, ou occupant à titre gratuit.

Références principales :
— Norme AFNOR NF P 40-500 Activités de maintenance de robinetterie

30. OPERATION (DE CONSTRUCTION)

Programme de construction de logements neufs, individuels ou collectifs.

31. PERIODE DE CALCUL

Période, en années à partir de la date de l'***investissement***, sur laquelle on comptabilise les coûts ou recettes entrant dans le calcul ***du coût global***. Cette période ne doit pas excéder la durée de vie de l'***investissement***. Souvent désignée par le symbole n. Elle peut être la durée de vie du bâtiment, mais lui est en général inférieure.

32. PROGRAMME DE TRAVAUX

Tableau des opérations d'***entretien*** et de ***remplacement*** à prévoir, année par année sur la ***période de calcul***, avec estimation de leur coût en euros constants de l'***année origine***.

33. REMPLACEMENT (COUT DE)

Coût des opérations destinées à remplacer un élément qui n'assure plus sa fonction du fait de l'usure, de la dégradation ou de l'obsolescence par un nouvel élément complet, sans amélioration sauf du fait de l'évolution technologique. Ces opérations sont réalisées à des intervalles correspondant à une ***durée de vie*** entre remplacements.

34. SYSTEME ENERGETIQUE

Ensemble des éléments qui assurent le chauffage, la production d'eau chaude, la ventilation, le conditionnement de l'air d'un bâtiment, et comprenant :
— les équipements de production ou transfert de chaleur, froid et eau chaude sanitaire en chaufferie, y compris régulation et auxiliaires,
— les équipements de production de chaleur, froid et eau chaude sanitaire hors chaufferie, y compris régulation et auxiliaires,
— le réseau de distribution de chaleur, froid et eau chaude,
— les appareils terminaux d'émission,
— le système de ventilation et de traitement d'air y compris réseau de distribution, apport d'air neuf et recyclage et rejet d'air extrait, récupération de calories sur air extrait,
— les éléments du bâti qui assurent l'isolation thermique du bâtiment.

35. TAUX D'ACTUALISATION

Taux utilisé dans les formules de calcul d'***actualisation*** pour ramener des coûts qui interviennent à des années différentes à une année commune, en général celle de l'***investissement***. Il s'agit du taux de financement de l'***investissement***, emprunt mais aussi fonds propres (perte des revenus correspondant au placement des fonds propres).

36. TAUX D'INFLATION

Taux utilisé dans les formules de calcul d'***inflation*** pour transformer des coûts en ***euros constants*** calculés pour une année donnée en coûts en ***euros courants*** intervenant une année différente de la précédente. Il s'agit de l'évolution annuelle prévue ou constatée des coûts.

37. TAUX INTERNE DE RENTABILITE

Le taux interne de rentabilité est la valeur du ***taux d'actualisation*** qui annule la valeur ***actualisée*** de l'***investissement***, les autres paramètres du calcul restant fixés. On peut le définir comme le taux de financement maximum pour que le projet ne soit pas déficitaire. Il faut ensuite comparer ce taux à celui du financement pour conclure à la rentabilité du projet.

38. TEMPS DE RETOUR

Dans bien des cas, la recherche d'économies ultérieures se traduit par un surcoût d'***investissement***. Aussi est-il intéressant d'évaluer le temps au bout duquel le surcoût d'***investissement*** sera totalement compensé par les économies successives.
Plus le temps de retour ainsi défini est court et plus l'***investissement*** est rentable. Dans les comparaisons de variantes de ***coût global***, il peut être intéressant d'évaluer le temps de retour du surcoût d'***investissement*** résultant du choix d'une variante de ***coût global*** plus faible, mais de coût d'***investissement*** plus élevé.
Le calcul complet doit tenir compte des conditions de financement de l'***investissement*** complémentaire et de l'***inflation*** (***temps de retour actualisé***).

39. TEMPS DE RETOUR ACTUALISE

Temps de retour calculé en tenant compte des conditions de financement de l'***investissement*** complémentaire et de l'***inflation***.

40. TEMPS DE RETOUR SIMPLE

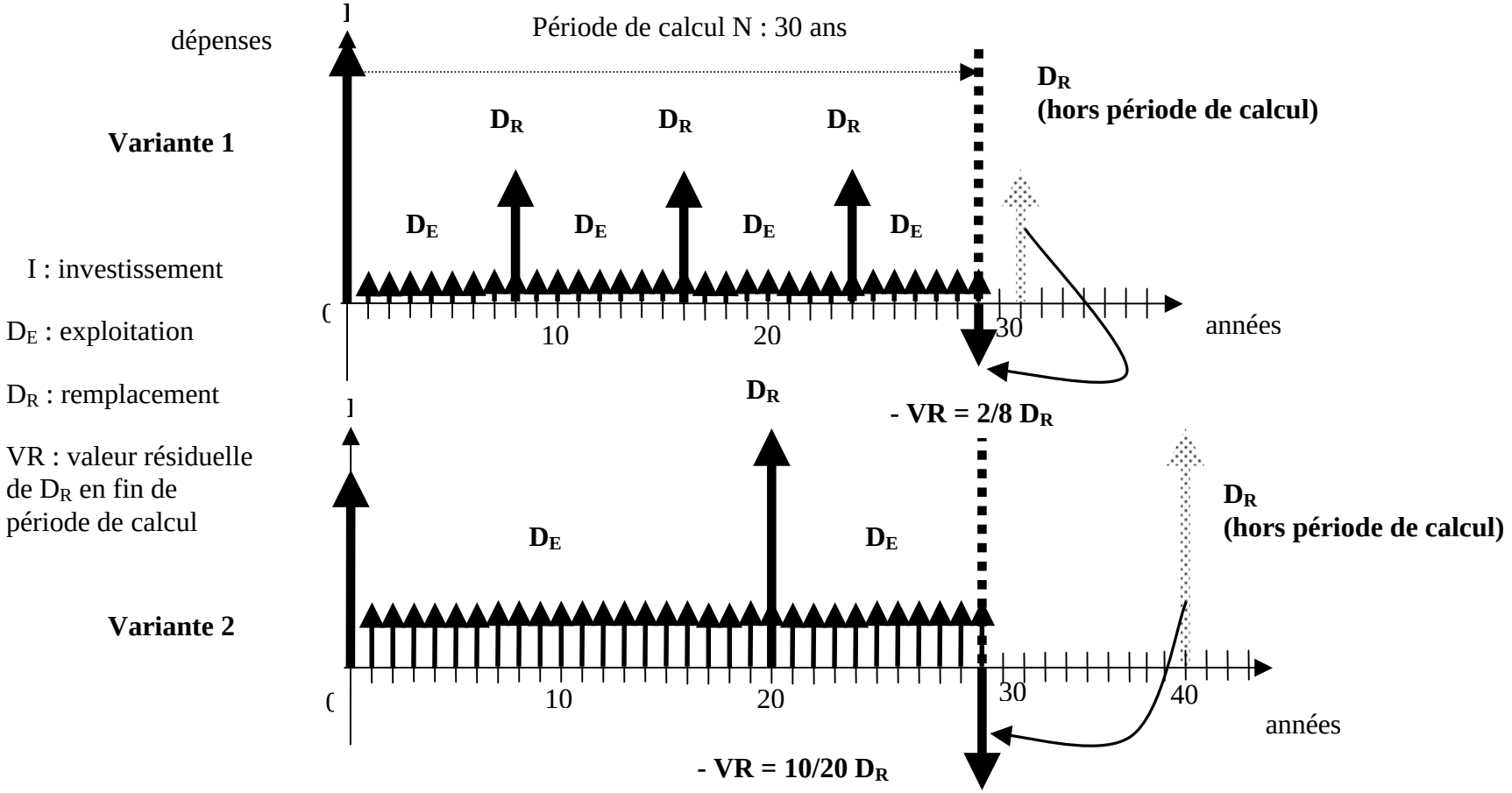
Temps de retour calculé sans tenir compte des conditions de financement de l'***investissement*** complémentaire et de l'***inflation*** (n'est qu'une approximation).

41. VALEUR RESIDUELLE (VOIR AUSSI FORMULE DE CALCUL DE LA VALEUR RESIDUELLE)

Utilisée dans la méthode de calcul du coût global actualisé, la valeur résiduelle d'un ouvrage d'une ***durée de vie*** de n années à la fin d'une ***période de calcul*** de N années est égale à la partie de la valeur de cet ouvrage qui correspond à la durée de vie qui lui reste à la fin de la période de calcul. Elle vient en déduction du ***coût global***, à l'année de fin de la période de calcul

Elle se calcule en supposant le vieillissement constant dans le temps par la formule :

valeur résiduelle = valeur initiale x (durée restante) / (durée de vie totale)



Dans le calcul du coût global actualisé, les dépenses sont totalisées sur une période de calcul fixe, identique pour toutes les variantes. Les différences :de durées de vie des matériels et ouvrages font que l'état d'usure des différentes variantes peut être différent à la fin de la période de calcul, comme dans l'exemple ci-dessus, où les remplacements se font à 8 ans (variante 1) et à 20 ans (variante 2).

On voit que l'état d'usure n'est pas le même à 30 ans dans les deux cas : il reste 2 ans de durée de vie à la première variante, 10 ans à la seconde variante. Il faut donc tenir compte de cette différence de situation, qui serait mise en évidence si on vendait l'immeuble à 30 ans, le prix serait plus élevé pour la variante 2 que pour la variante 1.

Pour cela, on va calculer la valeur résiduelle, soit :

— Pour la variante 1, un montant de 2 ans / 8 ans = 25 % de la dépense

— Pour la variante 2, un montant de 10 ans / 20 ans = 50 % de la dépense

et la considérer comme une dépense négative à l'année N de fin de la période de calcul. Elle est ensuite actualisée de la même façon que les autres dépenses dans le calcul, en faisant cependant attention au signe négatif dans la totalisation des dépenses actualisées pour obtenir le coût global.

42. (VARIANTE OU) SOLUTION DE BASE

Choix de solutions techniques pour un investissement qui correspond à ***ce que l'on ferait de façon habituelle***, sans prendre en compte le coût global. Il s'agit assez souvent du choix de solutions qui conduit à ***l'investissement le plus faible.***

43. VARIANTE

Choix de solutions techniques alternatif à la solution de base, qui fait l'objet ***d'une comparaison en coût global*** avec la solution de base.

44. VDI

Verein Deutscher Ingenieure. Union des Ingénieurs Allemands. Association d'ingénieurs qui comprend 127 000 membres. Le VDI publie des règles techniques qui servent de base aux calculs de dimensionnement et aux calculs économiques. Ces règles sont différentes des normes allemandes DIN (qui ne comportent pas d'équivalent pour la VDI 2067).